

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. August 2001 (23.08.2001)

PCT

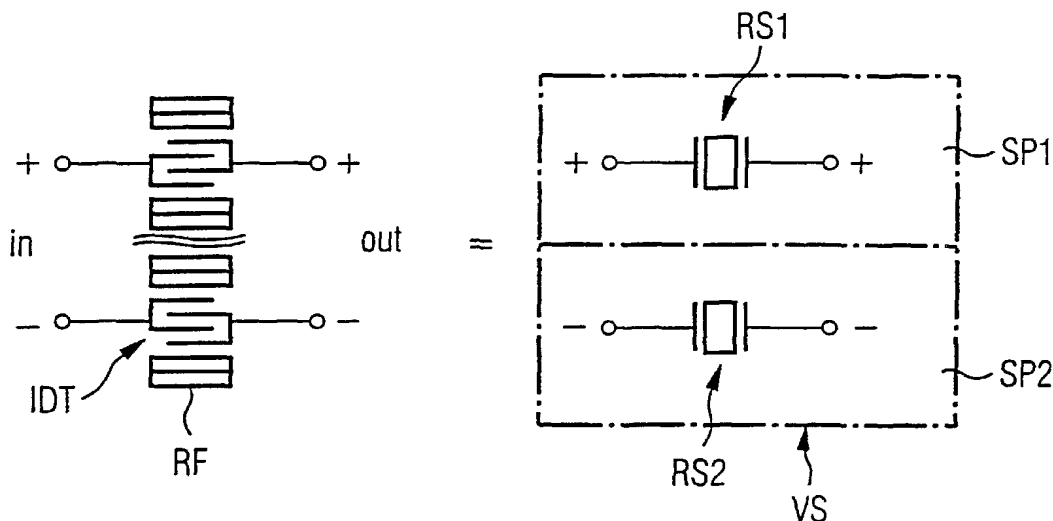
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/61859 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H03M (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00406 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAIER, Thomas**
(22) Internationales Anmeldedatum: 2. Februar 2001 (02.02.2001) [DE/DE]; Zeisigweg 3, D-81827 München (DE). **UN-**
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: **EPPING HERMANN & FISCHER GBR**; 82008 Unterhaching (DE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch Postfach 12 10 26, 80034 München (DE).
(30) Angaben zur Priorität: 100 07 178.3 17. Februar 2000 (17.02.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, KR, US.
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81541 BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, München (DE). NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SURFACE WAVE FILTER COMPRISING REACTANCE ELEMENTS

(54) Bezeichnung: OBERFLÄCHENWELLENFILTER MIT REAKTANZELEMENTENB



(57) Abstract: The invention relates to a high frequency surface wave filter comprising reactance elements, which is particularly suitable for use in the mobile radio telephone service. Said filter is balanced on both sides, is electrically symmetrical and comprises a quadripolar reactance series element which can be configured from two bipolar reactance elements or one quadripolar reactance series element and a resonator. One contact rail of each reactance element is connected to the input side of the filter and the other contact rail is connected to the output side of the filter.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein insbesondere für den Mobilfunk geeignetes OFW-HF-Filter mit Reaktanzelementen vorgeschlagen, welches beidseitig balanced konfiguriert ist, elektrisch symmetrisch aufgebaut ist und ein vierpoliges Reaktanzserienelement umfasst, welches aus zwei zweipoligen Reaktanzelementen oder einem vierpoligen Reaktanzelement und insbesondere einem Resonator gebildet werden kann, wobei jeweils eine Stromschiene der Reaktanzelemente mit der Eingangsseite des Filters und die andere Stromschiene mit der Ausgangsseite des Filters verbunden ist.

WO 01/61859 A2



Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Oberflächenwellenfilter mit Reaktanzelementen

- 5 In GSM-Mobiltelefonen werden heute zum großen Teil Oberflächenwellenfilter oder kurz OFW-Filter eingesetzt, die ein-
gangsseitig single ended und ausgangsseitig balanced betrie-
ben werden. Single ended bedeutet dabei, dass nur einer der
10 beiden Anschlüsse mit dem Signal belegt wird, während der an-
dere auf Masse liegt. Diese Anschlussweise wird auch als un-
symmetrisch bezeichnet. Ein balanced betriebener Ein- oder
Ausgang eines OFW-Filters weist dagegen zwei Anschlüsse auf,
deren Signale idealerweise gegeneinander um 180° phasenver-
schoben sind. Das heißt, an beiden Anschlüssen kann ein be-
15 tragsmäßig gleiches Signal erhalten werden, das sich ledig-
lich im Vorzeichen unterscheidet. Ein solcher symmetrischer/-
unsymmetrischer Betrieb wird auch als BALUN Funktion bezeich-
net.
- 20 Für neuere Mobilfunksysteme wie EDGE, UMTS und CDMA verlangt
der Markt zunehmend nach OFW HF-Filtern, die beidseitig im
Balanced Mode betrieben werden können. Teilweise werden sol-
che Filter auch schon in etablierten Mobilfunksystemen unter
AMPS, PCS und PDC 1.5 eingebaut.
- 25 Ein weiterer, für die Betriebsweise eines OFW-Filters wichti-
ger Faktor ist die Filterimpedanz. Wurden bislang zumeist
ein- und ausgangsseitig einheitlich 50 Ohm Filterimpedanz
verlangt und angeboten, werden nun zunehmend für Balanced-
30 Balanced Filter auch höhere Impedanzen im Bereich von 100 bis
400 Ohm benötigt.
- Insbesondere bei der Verwendung im Mobilfunk muss ein OFW HF-
Filter auch bezüglich Selektion und Einfügedämpfung höchsten
35 Anforderungen genügen. Diese lassen sich nur mit speziellen
neuartigen Filterstrukturen verwirklichen.

Bekannte Filter, die beidseitig im Balanced Mode betrieben werden können, sind beispielsweise aus der EP-A 0 605 884 bekannt. Diese sind auf der Basis von Longitudinalmodenresonatorfiltern (= Dualmode-OFW = DMS-Filter) auf Lithiumniobat oder Lithiumtantalat realisiert. Diese Filter weisen je Spur eine ungerade Anzahl von zwischen zwei Reflektoren angeordneten Interdigitalwandlern auf. Ein Balanced-Balanced Filter ist beispielsweise als Zweispurfilter ausgebildet, bei dem zwei Spuren mit je drei Wandlern jeweils über den mittlern Wandler in Kaskade geschaltet sind. Jeweils die beiden äußeren Wandler einer Spur sind mit dem Ein- oder Ausgang verbunden und weisen eine Phaseninversion auf, so daß ein symmetrischer Betrieb am jeweiligen Ein- oder Ausgang möglich ist. Ein solches Filter besitzt ein- und ausgangsseitig die gleiche Impedanz.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, beidseitig im Balanced Mode betreibbare Filter zur Verfügung zu stellen, die eine hohe Selektion und eine niedrige Einfügedämpfung aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Oberflächenwellen-Filter nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung schlägt erstmals vor, ein beidseitig im Balanced Mode betreibbares HF-Filter mit Reaktanzelementen auf OFW-Basis aufzubauen. Ein Reaktanzelement auf OFW-Basis kann dabei als OFW-Resonator ausgebildet sein. Allgemeine Definition eines Reaktanzelements ist jedoch, dass es für sich genommen nicht als Filter wirkt, sondern nur über seine Impedanz, die dementsprechend auch durch ein beliebiges Impedanzelement ersetzt werden kann. Das erfindungsgemäße Filter ist elektrisch vollkommen symmetrisch aufgebaut. Es weist zumindest ein vierpoliges Reaktanzserienelement auf, wobei je zwei Pole (=Anschlüsse) den symmetrischen Ein- bzw. Ausgang bilden. Ein vierpoliges Reaktanzserienelement kann dabei durch

zwei einzelne geometrisch gleiche zweipolige Reaktanzelemente oder durch ein einziges (vierpoliges) Reaktanzelement mit vier Anschlüssen (Polen) gebildet sein. Unter Reaktanzserienelement wird im Sinn der Erfindung ein OFW-Reaktanzelement
5 verstanden, welches zumindest einen Interdigitalwandler aufweist, von dem eine Stromschiene mit der Eingangsseite, die andere Stromschiene mit der Ausgangsseite verbunden ist, so daß eine serielle Verbindung (Pfad) zwischen Ein- und Ausgangsseite hergestellt ist, in die das Reaktanzserienelement
10 eingebettet ist.

Ein erfindungsgemäßes vierpoliges Reaktanzserienelement stellt eine Basisstruktur für ein rudimentäres OFW-HF-Filter dar, das die genannte Aufgabe in einfacher Weise löst. Bisherige Reaktanzfilter weisen eine unsymmetrische Struktur auf
15 und besitzen beidseitig jeweils nur einen signalführenden Anschluss, also einen single ended Anschluss, während der andere Anschluss mit Masse verbunden ist. Ein solches bekanntes Reaktanzfilter besitzt daher nur einen seriellen Pfad, der
20 die beiden signalführenden Anschlüsse an Ein- und Ausgangsseite miteinander verbindet. Der Anschluß zur Masse wird über parallel dazu geschaltete Resonatoren bzw. Reaktanzelemente vorgenommen. Die gesamte Anordnung bekannter Reaktanzfilter ist daher sowohl elektrisch als auch geometrisch unsymmetrisch.
25

In der einfachsten Ausführung sind zwei Resonatoren vorgesehen, die zusammen ein Reaktanzserienelement bilden. Jeweils ein Anschluss der zwei Resonatoren ist mit der Eingangsseite,
30 der andere Anschluss über die jeweils andere Stromschiene mit der Ausgangsseite verbunden. Die Resonatoren sind akustisch nicht gekoppelt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können die beiden jeweils ein Reaktanzelement bzw. einen Resonator aufweisenden seriellen Pfade über zumindest einen parallelen Ast symmetrisch miteinander verbunden werden, wobei ein vollwer-

tiges HF Filter erhalten wird. Im einfachsten Fall kann dies ein parallel dazu geschalteter OFW-Resonator sein.

5 Möglich ist es jedoch auch, die Ein- oder Ausgänge des vierpoligen Reaktanzserienelements mit dem symmetrischen Eingang eines beidseitig symmetrischen DMS-Filters zu verbinden. Die Ausgänge des DMS-Filters stellen dann den Aus- bzw. Eingang eines vollwertigen erfindungsgemäßen Filters dar.

10 In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ebenfalls ein paralleler Ast zwischen den beiden seriellen Pfaden vorgesehen, in dem zwei in Serie geschaltete Reaktanzelemente bzw. Resonatoren angeordnet sind, die akustisch nicht gekoppelt sind. Als paralleles Reaktanzelement kann auch ein Reso-
15 nator eingesetzt werden, dessen eine Stromschiene achsensymmetrisch in zwei Teile aufgeteilt ist, die jeweils mit den beiden Anschlüssen des Interdigitalwandlers verbunden sind. Die gegenüberliegende Stromschiene des so geteilten Interdigitalwandlers stellt einen virtuellen Massepunkt dar, der
20 ggf. auch mit einem Masseanschluß verbunden werden kann.

Ein vierpoliges einzelnes Reaktanzserienelement wird auch erhalten, wenn der Interdigitalwandler eines Oberflächenwellenresonators symmetrisch in zwei Teilwandler zerlegt wird, die
25 jeweils zwei Anschlüsse aufweisen. Beiderseits der akustischen Spur des Resonators sind dann symmetrische Ein- und Ausgänge ausgebildet, die die Ein- und Ausgänge einer Basisstruktur eines mit weiteren symmetrischen OFW-Komponenten voll funktionsfähigen hochsymmetrischen HF-Filters darstellen.
30

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das vierpolige Reaktanzserienelement symmetrisch mit weiteren Reaktanzelementen oder auch DMS-Filtern in Kaskade geschaltet
35 werden. So kann ein in Kaskade mit dem Reaktanzserienelement geschaltetes DMS-Filter in Kaskade mit einem weiteren symmetrischen DMS-Filter stehen. Möglich ist es auch, zwei symme-

trische DMS-Filter über das dazwischen geschaltete vierpolige Reaktanzserienelement miteinander zu verbinden. Jedes der DMS-Filter kann dabei wiederum kaskadiert sein, also mehrere in Kaskade geschaltete akustische Spuren aufweisen.

5

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind in elektrisch symmetrischer Verschaltung zwei vierpolige Reaktanzelemente über Kreuz in Form einer Brückenschaltung miteinander verbunden. Dabei werden die beiden Anschlüsse des symmetrischen Eingangs des ersten vierpoligen Reaktanzelements mit
10 jeweils einem Anschluß von Ein- und Ausgang des zweiten vierpoligen Reaktanzelements verbunden. Die beiden Anschlüsse des Ausgangs des ersten Reaktanzelements werden mit dem jeweils anderen Anschluss von Ein- und Ausgang des zweiten Reaktanzelements verbunden. Dies ist die einzige Ausführung der Erfindung, die keine geometrisch symmetrische Anordnung darstellt, sondern nur eine elektrisch symmetrische.

Ein erfindungsgemäßes Reaktanzfilter kann auch eine DMS Spur
20 oder einen Resonator enthalten, bei dem zwei nebeneinander liegende Oberflächenwellenstrukturen, unabhängig voneinander ausgewählt aus Interdigitalwandler und Reflektor gegeneinander phasenverschoben sind. Der Übergang zwischen den beiden phasenverschobenen Oberflächenwellenstrukturen wird dabei
25 durch eine kontinuierlich variierte Fingerperiode und durch kontinuierlich variierte Fingerabstände, oder nur durch eine kontinuierlich variierte Fingerperiode gestaltet, wobei die Fingerperiode im Bereich des Übergangs ein Minimum aufweist und von beiden Seiten her kontinuierlich abnimmt. Damit werden Streuverluste im HF Filter vermieden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können einzelne oder mehrere Interdigitalwandler von Reaktanzelementen oder mit diesen verschalteten DMS-Filtern bzw. DMS-Spuren gewichtet
35 sein, um verschiedene Parameter des gesamten Filters anzupassen. Beispielsweise kann damit die Bandbreite des Filters variiert, die Impedanz des Filters verändert oder die

Selektion erhöht werden. Eine solche Wichtung kann als Weglasswichtung oder Überlappwichtung ausgeführt sein. Weitere Beispiele für gewichtete Interdigitalwandler, die alle in erfindungsgemäßen Filtern eingesetzt werden können, sind z.B.
5 der DE-A-19724259 (= 97P1705) zu entnehmen, auf die hiermit vollinhaltlich Bezug genommen wird.

Möglich ist es jedoch auch, bei einem Interdigitalwandler eine Kaskaden-Wichtung durchzuführen. Dazu wird ein Teil des
10 Interdigitalwandlers durch zwei oder mehrere in Serie verschaltete Teilwandler mit jeweils reduzierter Spurbreite ersetzt. Die serielle Verschaltung der Teilwandler kann dabei durch eine in einen herkömmlichen Interdigitalwandler eingezogene zusätzliche Stromschiene mit entsprechend veränderter
15 Fingeranschlussfolge erreicht werden. Dabei ist es auch möglich, daß eine innere Stromschiene nicht über die gesamte Länge des Interdigitalwandlers reicht. Im Ergebnis wird dann ein Interdigitalwandler erhalten, der in mehrere parallel geschaltete Teilwandler aufgeteilt ist, wobei einer dieser
20 Teilwandler nochmals in zwei oder mehr seriell verschaltete Teilwandler aufgeteilt ist. So läßt sich in einfacher Weise die Impedanz des Interdigitalwandlers und damit auch diejenige des Ein- oder Ausgangs oder des Reaktanzelementes oder des Filters erhöhen.

25

Vorzugsweise ist ein erfindungsgemäßes Filter auf einem einzigen Substrat aufgebaut, wobei Lithiumtantalat und Lithiumniobat bevorzugt sind.

30 Für die Metallisierung auf diesen Substratmaterialien sind Elektrodenstrukturen aus Aluminium, aus Aluminium/Kupferlegierung, aus Aluminium- und Kupferschichten, aus Aluminium/Magnesiumlegierung oder aus Aluminium- und Magnesiumschichten geeignet. Diese zeichnen sich z.B. durch eine gute
35 Haftung auf dem Substratmaterial aus.

Ein erfindungsgemäßes OFW-HF-Filter ist auch in der Verwirklichung auf dem piezoelektrischen Substrat geometrisch hochsymmetrisch - mit Ausnahme der Brückenschaltung. Dies hat zur Folge, daß auch die elektrischen Anschlüsse (Pole) symmetrisch auf dem Substrat angeordnet sind. Wenn das erfindungsgemäße Filter in Flipchiptechnik auf einer Basisplatte montiert wird, bei der das Substrat mit zu der Basisplatte weisenden Metallisierungen über Lotkugeln oder Bumps mit der genannten Basisplatte verbunden wird, werden in ihren äußeren Ausmaßen besonders kompakte Filter erhalten.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazu gehörigen 14 Figuren näher erläutert.

- Figur 1 zeigt ein aus zwei Reaktanzelementen bestehendes vierpoliges Reaktanzserienelement,
- Figur 2 zeigt ein als vierpoliges Reaktanzelement ausgebildetes Reaktanzserienelement,
- Figur 3 zeigt zwei symmetrisch seriell verschaltete Resonatoren im parallelen Ast,
- Figur 4 zeigt einen symmetrischen parallelen Ast mit einem Reaktanzelement,
- Figur 5 zeigt eine symmetrische DMS-Filterstruktur,
- Figur 6 zeigt ein Reaktanzelement im symmetrischen parallelen Ast,
- Figur 7 zeigt ein symmetrisches Reaktanzserienelement in Kaskade mit einem symmetrischen DMS-Filter,
- Figur 8 zeigt ein symmetrisches DMS-Filter in Kaskade mit einem symmetrischen Reaktanzserienelement,

Figur 9 zeigt ein zwischen zwei symmetrische DMS-Filter geschaltetes symmetrisches Reaktanzserienelement,

5 Figur 10 zeigt zwei serielle Reaktanzelemente mit einem parallel dazu geschalteten Reaktanzelement, so dass diese ein symmetrisches Reaktanzfilter bilden,

10 Figur 11 zeigt ein vierpoliges symmetrisches Reaktanzserienelement, zu dem ein zweipoliges Reaktanzelement parallel geschaltet ist, so dass symmetrisches Reaktanzfilter gebildet wird,

15 Figur 12 zeigt eine Brückenschaltung aus zwei vierpoligen Reaktanzserienelementen,

Figur 13 zeigt eine Durchlaßkurve eines erfindungsgemäßen Filters und

20 Figur 14 zeigt einen teilweise in Halbspuren geteilten Interdigitalwandler für ein Reaktanzelement mit erhöhter Impedanz.

Figur 1 zeigt eine einfache Ausführungsform der Erfindung, bei der das vierpolige Reaktanzserienelement durch zwei als
25 Resonatoren ausgebildete geometrisch gleiche Reaktanzelemente RS ausgebildet ist. Je ein Anschluss (Pol) der beiden zweipoligen Reaktanzelemente RS1, RS2 bilden zusammen den Eingang IN, während die beiden anderen Anschlüsse den Ausgang OUT bilden. Jedes Reaktanzelement RS besteht dabei aus einem Interdigitalwandler IDT, der zwischen zwei Reflektoren RF angeordnet ist. Das erste Reaktanzelement RS1 bildet den ersten seriellen Pfad SP1, das zweite Reaktanzelement RS2 den zweiten seriellen Pfad SP2, was durch eine symbolische Schreibweise im rechten Teil der Figur 1 vereinfacht dargestellt
30 ist. Die beiden Reaktanzelemente RS sind akustisch nicht miteinander gekoppelt, was im linken Teil der Zeichnung durch die doppelte Wellenlinie verdeutlicht ist.
35

Figur 2 zeigt ein vierpoliges Reaktanzserienelement, das als Reaktanzelement (Resonator) mit vier Anschlüssen ausgebildet ist. Bei diesem Resonator ist der zentrale Interdigitalwandler symmetrisch in der Mitte in einen ersten Teilwandler T1 und einen zweiten Teilwandler T2 geteilt, die jeweils zwei Anschlüsse aufweisen. Jeweils zwei auf einer Seite liegende Anschlüsse werden dabei zu Eingang IN oder Ausgang OUT zusammengefasst. Ein solches vierpoliges Reaktanzelement stellt ein rudimentäres OFW-Filter dar. Aufgrund der Reziprozität von OFW-Bauelementen ist für dieses und alle weiteren erfindungsgemäßen Filter klar, dass sie auch in umgekehrter Richtung betrieben können, also in einer Betriebsweise, bei der Ein- und Ausgänge IN, OUT vertauscht sind. Dies gilt auch für die Anordnung der im folgenden beschriebenen Teilstrukturen, die mit einem solchen Reaktanzserienelement in Kaskade verschaltet werden können.

Figur 3 zeigt einen parallelen Ast PA, der zwischen die beiden Anschlüsse IN, OUT auf Ein- oder Ausgangsseite des Reaktanzserienelements geschaltet werden kann. Im parallelen Ast sind zwei Reaktanzelemente RP in Serie geschaltet. Zwischen den beiden Reaktanzelementen RP befindet sich ein virtueller Massepunkt G, welcher aufgrund seiner symmetrisch zentralen Lage zwischen den seriellen Pfaden ein konstantes elektrisches Potential aufweist und wahlweise auch mit Masse verbunden werden kann.

Figur 4 zeigt ein anders aufgebautes Reaktanzelement, das ebenfalls in einem parallelen Ast angeordnet ist, welche zwischen die beiden Anschlüsse des Ein- oder Ausgangs eines Reaktanzserienelements geschaltet werden kann. Dieses Reaktanzelement weist einen zwischen zwei Reflektoren angeordneten Interdigitalwandler auf, bei dem eine Stromschiene (in der Figur rechts dargestellt) symmetrisch in zwei Teilschienen TS1, TS2 aufgeteilt ist. Im Ergebnis ist der Interdigitalwandler in zwei in Serie verschaltete Teilwandler aufgeteilt, die zu-

sammen ein Reaktanzelement für den parallelen Ast darstellen, die mit einem der in Figur 1 oder 2 dargestellten Reaktanzserienelemente verbunden werden können.

5 Figur 5 zeigt ein bekanntes für sich funktionsfähiges DMS-Filter, welches ein- und ausgangsseitig symmetrische Anschlüsse aufweist. Dazu ist der mittlere der insgesamt drei Interdigitalwandler durch symmetrische Aufteilung einer Stromschiene mit zwei auf einer Seite der akustischen Spur
10 liegenden Anschlüssen IN versehen. Diese bilden den symmetrischen Eingang IN. Die beiden äußeren Interdigitalwandler sind mit dem Ausgang OUT verbunden. Ein solches symmetrisches DMS-Filter kann nun - ähnlich wie ein Reaktanzelement im parallelen Ast - als zusätzliche Teilstruktur mit dem Ein- oder Aus-
15 gang eines Reaktanzserienelementes (siehe Figur 1 oder 2) verbunden werden, oder anders ausgedrückt mit diesem in Kaskade verschalten werden. Möglich ist es auch, ein DMS Filter mit einem Reaktanzserienelement, das ein Reaktanzelement im seriellen Ast aufweist, in Kaskade zu schalten.

20

Figur 6 zeigt eine weitere mögliche Teilstruktur, die mit einem erfindungsgemäßen Reaktanzserienelement verbunden werden kann. In einem parallelen Ast ist hier ein einfacher OFW Resonator als paralleles Reaktanzelement RP angeordnet.

25

Figur 7 zeigt eine weitere Ausführung der Erfindung, bei der ein vierpoliges Reaktanzserienelement VS in Kaskade mit einem symmetrischen DMS-Filter DMS (siehe z.B. Figur 5) verschaltet ist. Der über die äußeren Interdigitalwandler des DMS-Filters
30 DMS gebildete Ausgang ist mit den beiden Anschlüssen des Eingangs des Reaktanzserienelements verbunden.

Figur 8 zeigt eine ähnliche Verschaltung wie Figur 7, doch ist dabei das symmetrische DMS-Filter DMS über die beiden Anschlüsse des mittleren Interdigitalwandlers mit dem Reaktanzserienelement VS verbunden.

35

Figur 9 zeigt ein Reaktanzserienelement VS, welches beidseitig in Kaskade mit je einem symmetrischen DMS-Filter DMS1, DMS2 verschaltet ist. In der dargestellten Ausführung sind die DMS-Filter jeweils über die äußeren Interdigitalwandler mit dem Reaktanzserienelement verbunden. Möglich ist es jedoch auch, die Verbindung des DMS-Filters zum Reaktanzserienelement über die beiden Anschlüsse des mittleren Interdigitalwandler der DMS-Filter vorzunehmen.

Figur 10 zeigt ein erfindungsgemäßes Filter, bei dem zwei serielle Pfade vorgesehen sind, in denen jeweils ein zweipoliges Reaktanzelement RS1, RS2 (Resonator) angeordnet ist. Die beiden seriellen Pfade sind mit einem weiteren zweipoligen Reaktanzelement bzw. mit einem zweipoligen Resonator überbrückt, der im parallelen Ast angeordnet ist. Dabei wird der Resonator (RP) im parallelen Ast in der Frequenz so gegen die Resonatoren (RS1, RS2) in den seriellen Pfaden verstimmt, dass die Resonanzfrequenzen der Resonatoren (RS1, RS2) in den seriellen Pfaden größer oder gleich der Antiresonanzfrequenz des Resonators (RP) im parallelen Ast (PA) sind.

Figur 11 zeigt ein Reaktanzserienelement VS, bei dem die beiden Anschlüsse des Ausgangs OUT mit einem zweipoligen Reaktanzelement RP parallel verschaltet sind. Dieses Reaktanzelement des parallelen Asts entspricht dem in Figur 4 dargestellten Reaktanzelement mit einer aufgeteilten Stromschiene am Interdigitalwandler. In vorteilhafter Ausgestaltung sind bei diesem Filter die elektrischen Anschlüsse für den Ausgang OUT mit den Reflektoren des Reaktanzelements im parallelen Ast verbunden, und diese mit den Ausgängen des Reaktanzserienelements VS. Auf dieser Weise können die elektrisch inaktiven Reflektoren, die ebenfalls aus metallischen Strukturen bestehen als Leiterbahnen genutzt werden. Dies erspart zusätzliche Leiterbahnen auf der Oberfläche des Chips, auf dem das Filter realisiert ist.

- Figur 12 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Filter, bei dem zwei vierpolige Reaktanzserienelemente VS1, VS2 über Kreuz zu einer Brücke verschaltet sind. Die Resonatoren A und B der beiden Reaktanzserienelemente sind dabei frequenzmäßig gegeneinander verstimmt, was beispielsweise durch eine unterschiedliche Fingerperiode oder einen unterschiedlichen Abstand zwischen Interdigitalwandler und Reflektoren der Resonatoren eingestellt werden kann.
- Figur 13 zeigt eine Durchlasskurve eines erfindungsgemäßen Filters, die an einem z.B. gemäß Figur 7 ausgebildeten Filter bestimmt wurde. Das Filter zeigt eine hohe Selektion von mehr als 20 dB und eine niedrige Einfügedämpfung von maximal 3 dB über den gesamten Durchlaßbereich. Dieses Filter ist daher besonders gut zur Verwendung in Mobilfunksystemen einsetzbar, da es die dafür verlangten strengen Spezifikationen erfüllt. Dies gilt auch für alle übrigen in den Ausführungsbeispielen beschriebenen erfindungsgemäßen Filter.
- Figur 14 zeigt einen an sich bekannten kaskadengewichteten Interdigitalwandler, der in Reaktanzelementen erfindungsgemäßer Filter oder in Kaskade zu Reaktanzserienelementen geschalteten DMS Filtern verwendet werden kann und der die Impedanz des entsprechenden Filters oder Reaktanzelements erhöht. Er weist zumindest teilweise eine zusätzliche mittlere Stromschiene ZS auf, die den Wandler in zwei seriell verschaltete Teilwandler aufteilt. In der Figur ist ein solcher Interdigitalwandler dargestellt, der sich in drei zueinander parallel geschaltete Teilwandler TW1, TW2 und TW3 aufteilen lässt, wobei der mittlere Teilwandler TW3 wiederum zwei über die zusätzliche Stromschiene ZS seriell verschaltete Teilwandler umfasst. Dieser Interdigitalwandler weist gegenüber einem normalen Interdigitalwandler eine erhöhte Impedanz auf.
- Die in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Ausgestaltungen der Erfindung stellen nur ein Teil der Lösungen dar, die durch Kombination der eben beschriebenen einzelnen Elemente

möglich und darstellbar sind. Die Erfindung ist daher nicht auf die dargestellten Strukturen beschränkt und geht in ihrer allgemeinsten Form aus Anspruch 1 hervor.

Patentansprüche

1. HF-Filter mit Reaktanzelementen auf OFW-Basis
 - das auf einem piezoelektrischen Substrat aufgebaut ist
 - 5 - das balanced/balanced konfiguriert ist und daher einen symmetrischen Eingang (IN) und einen symmetrischen Ausgang (OUT) mit jeweils zwei Anschlüssen aufweist
 - das elektrisch symmetrisch aufgebaut ist
 - mit einem vierpoligen Reaktanzserienelement (VS), das ein
 - 10 einzelnes symmetrisches Reaktanzelement (VS) mit vier Polen oder zwei geometrisch gleiche Reaktanzelemente (RS) mit je zwei Polen umfasst, wobei jedes Reaktanzelement (VS,RS) Interdigitalwandler (IDT) aufweist, von denen eine Stromschiene mit der Eingangsseite (IN), die andere Strom-
 - 15 schiene mit der Ausgangsseite (OUT) verbunden ist.
2. Filter nach Anspruch 1,
 - bei dem das Reaktanzserienelement (VS) zwei geometrisch gleiche Reaktanzelemente (RS) mit je zwei Polen umfasst,
 - 20 die jeweils in einem ersten bzw. in einem zweiten seriellen Pfad (SP1,SP2) angeordnet sind
 - bei dem zumindest ein paralleler Ast (PA) vorgesehen ist, in dem ein Resonator (RP) angeordnet ist, der zwischen erstem und zweitem seriellen Pfad (SP1SP2) geschaltet ist
 - 25 - wobei je ein Pol von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen Eingang (IN) und die jeweils anderen Pole von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen Ausgang (OUT) des Filters bilden.
- 30 3. Filter nach Anspruch 1,
 - bei dem das vierpolige Reaktanzserienelement (VS) ein Resonator mit einem zwischen zwei Reflektoren (RF) angeordneten Interdigitalwandler (IDT) ist, der achsensymmetrisch in zwei Teilwandler (T) geteilt ist, wobei für jeden Teil-
 - 35 wandler auf jeder Seite der akustischen Spur ein Anschluss vorgesehen ist, und wobei auf jeder Seite der akustischen Spur zwei Anschlüsse mit entgegengesetzter Phase angeord-

net sind.

4. Filter nach Anspruch 3,

- bei dem zumindest ein paralleler Ast (PA) vorgesehen ist,
5 in dem ein Resonator (RP) angeordnet ist, der zwischen erstem und zweitem seriellen Pfad (SP1SP2) geschaltet ist
- wobei je ein Pol von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen Eingang (IN) und die jeweils anderen Pole von erstem und zweitem seriellen Pfad den symmetrischen
10 Ausgang (OUT) des Filters bilden.

5. Filter nach Anspruch 2,

- bei dem der Resonator (RP) im parallelen Ast (PA) in der Frequenz so gegen die Resonatoren (RS1,RS2) des Reaktanzserienelements (VS) verstimmt sind, dass die Resonanzfrequenzen der Resonatoren (RS1,RS2) des Reaktanzserienelements (VS) größer oder gleich der Antiresonanzfrequenz des Resonators (RP) im parallelen Ast (PA) sind.
15

20 6. Filter nach einem der Ansprüche 1-5,

bei dem die beiden ein- oder ausgangsseitigen Anschlüsse (IN;OUT) des Reaktanzserienelements (RS) in Kaskade mit einem symmetrischen Eingang oder Ausgang eines symmetrischen DMS Filters (DMS) verbunden sind.

25

7. Filter nach Anspruch 6,

welches mit zumindest einem weiteren DMS Filter (DMS2) in Kaskade verschaltet ist.

30 8. Filter nach einem der Ansprüche 1-7,

bei dem zu zwei ein- oder ausgangsseitigen Anschlüssen des Filters oder des Reaktanzserienelements (VS) zumindest ein Reaktanzelement (RP) parallel geschaltet ist.

35 9. Filter nach Anspruch 8,

bei dem das parallel geschaltete Reaktanzelement (RP) aus

der Serienschaltung zweier Resonatoren (RP1,RP2) besteht.

- 10.Filter nach Anspruch 8 oder 9,
bei dem das parallel geschaltete Reaktanzelement (RP) ei-
5 nen zwischen zwei Reflektoren (RF) angeordneten Interdigi-
talwandler (IDT) aufweist, dessen eine Stromschiene ach-
sensymmetrisch in zwei Teilschienen (TS1,TS2) aufgeteilt
ist, die jeweils mit einem der beiden Anschlüsse des Reso-
nators verbunden sind (FIG 4).
- 10 11.Filter nach Anspruch 3,
bei dem zwei gegeneinander frequenzverschobene Reaktanzse-
rienelemente (VS1,VS2) über Kreuz zu einer Brückenschal-
tung verbunden sind.
- 15 12.Filter nach einem der Ansprüche 1-11,
bei dem ein Interdigitalwandler kaskadengewichtet ist und
daher zumindest zum Teil aus in transversaler Richtung se-
rienverschalteten Teilwandlern besteht.
- 20 13.Filter nach einem der Ansprüche 1-11
bei dem ein Interdigitalwandler weglassgewichtet oder
überlappgewichtet ist.
- 25 14.Filter nach einem der Ansprüche 1-13,
bei dem eines der Reaktanzelemente oder ein DMS Filter
zwei nebeneinander liegende Oberflächenwellenstrukturen,
ausgewählt aus Interdigitalwandler und Reflektor, auf-
weist, die gegeneinander phasenverschoben sind, wobei die
30 Fingerperiode im Bereich des Übergangs ein Minimum auf-
weist und von beiden Seiten her kontinuierlich abnimmt.
- 35 15.Filter nach einem der Ansprüche 1-14,
der auf einem Substrat aufgebaut ist, welches ausgewählt
ist aus Lithiumtantalat und Lithiumniobat.

16.Filter nach einem der Ansprüche 1-15,
bei dem die Filter und die Reaktanzelemente eine Metallisierung aufweisen, die Aluminium, Aluminium und Kupfer oder Aluminium und Magnesium enthält.

5

17.Filter nach einem der Ansprüche 1-16,
bei dem die Ein- und Ausgänge (IN;OUT) des Filters mit Anschluss pads auf dem Substrat verbunden sind, die wiederum über Bumps in Flipchip Technik auf eine Basisplatte kontaktiert sind.

10

1/5

FIG 1

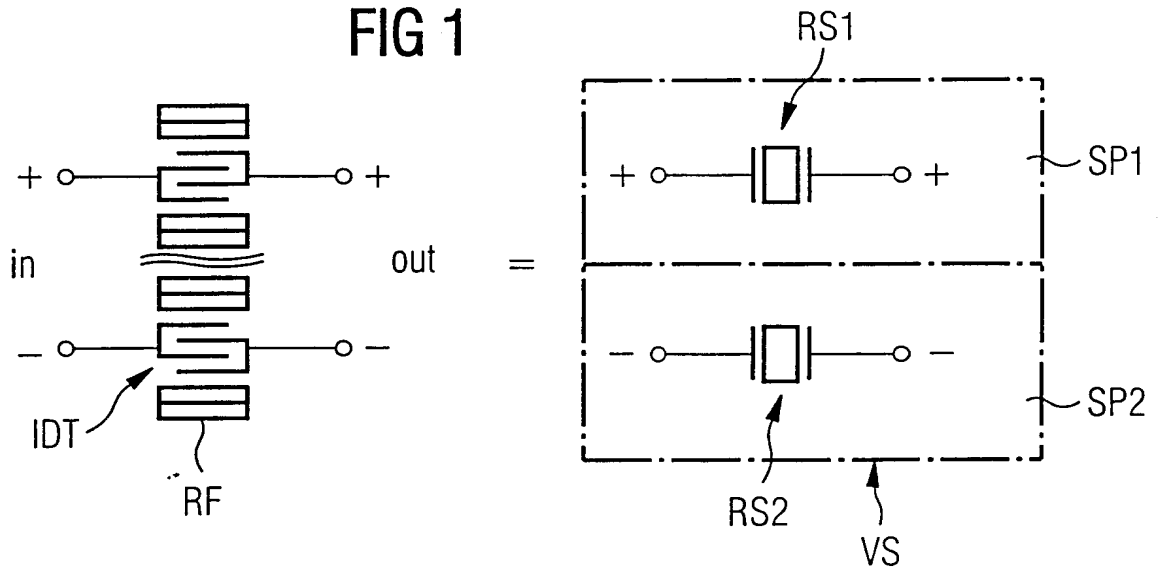


FIG 2

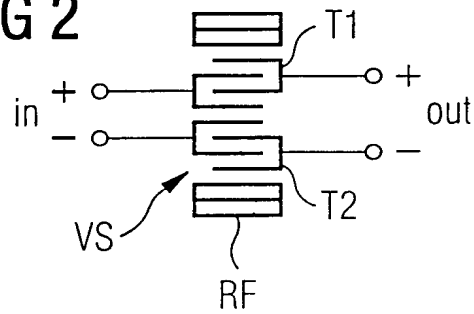
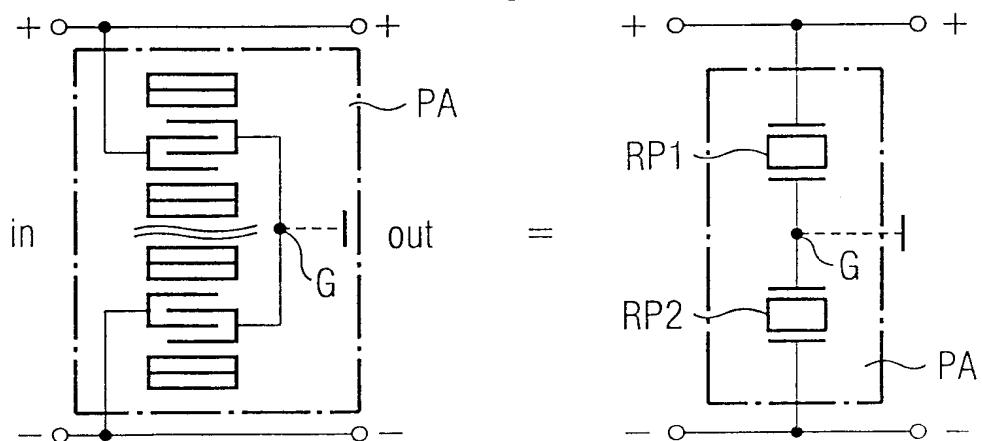


FIG 3



2/5

FIG 4

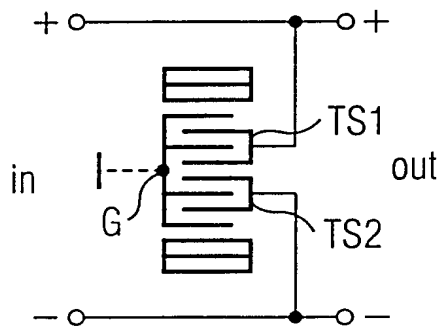


FIG 5

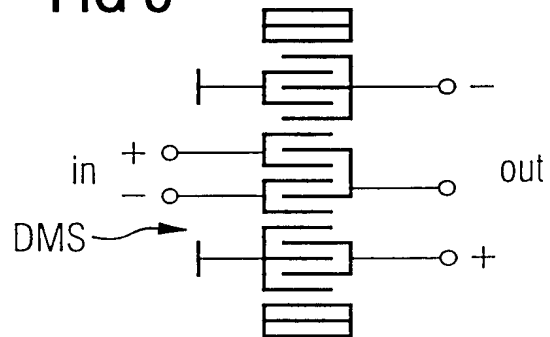


FIG 6

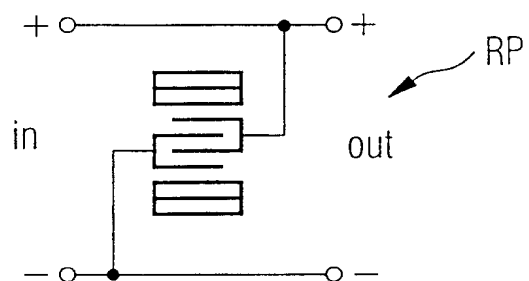


FIG 7

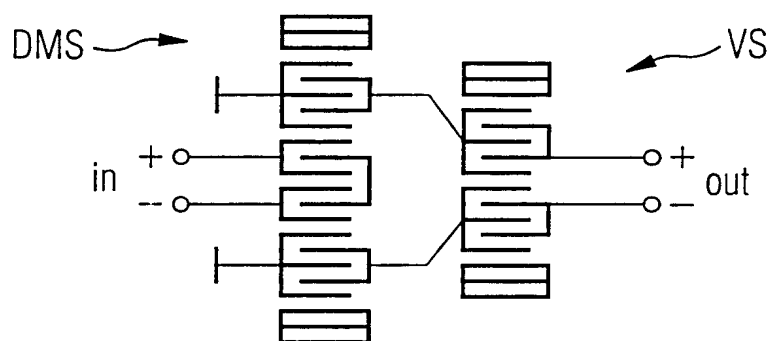


FIG 8

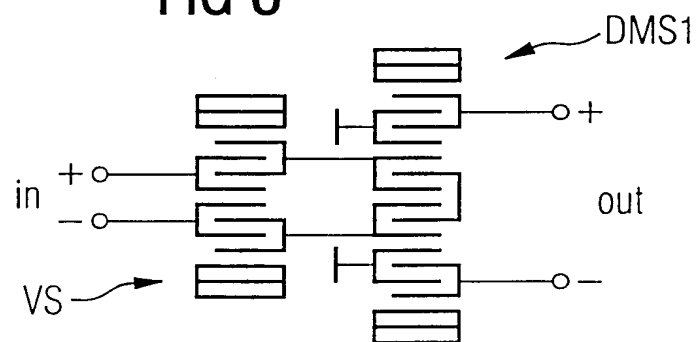
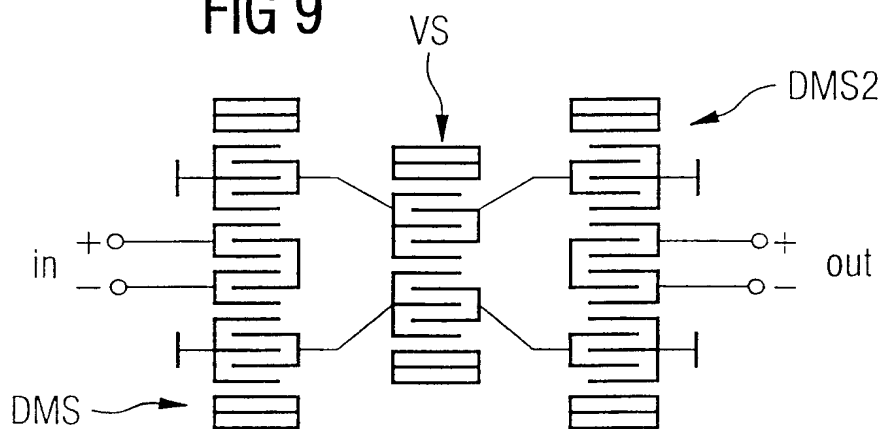


FIG 9



4/5

FIG 10

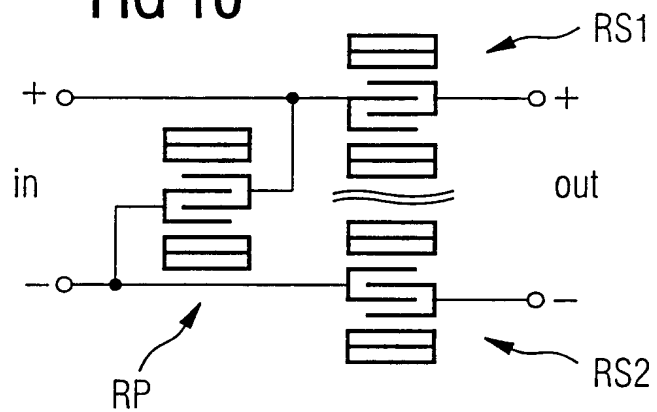


FIG 11

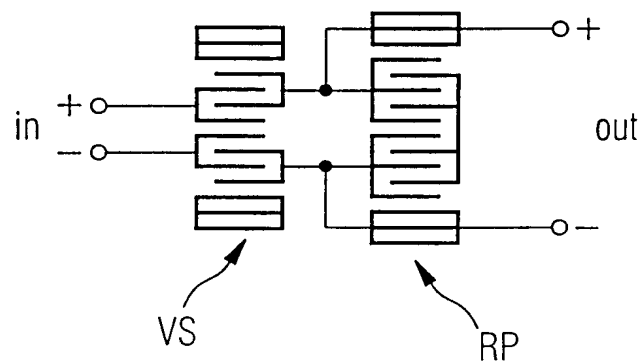


FIG 12

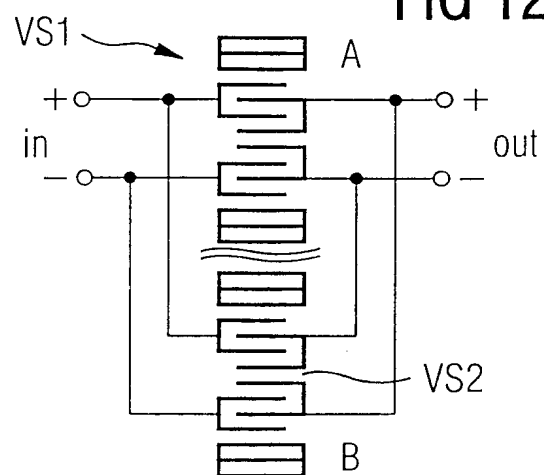


FIG 13

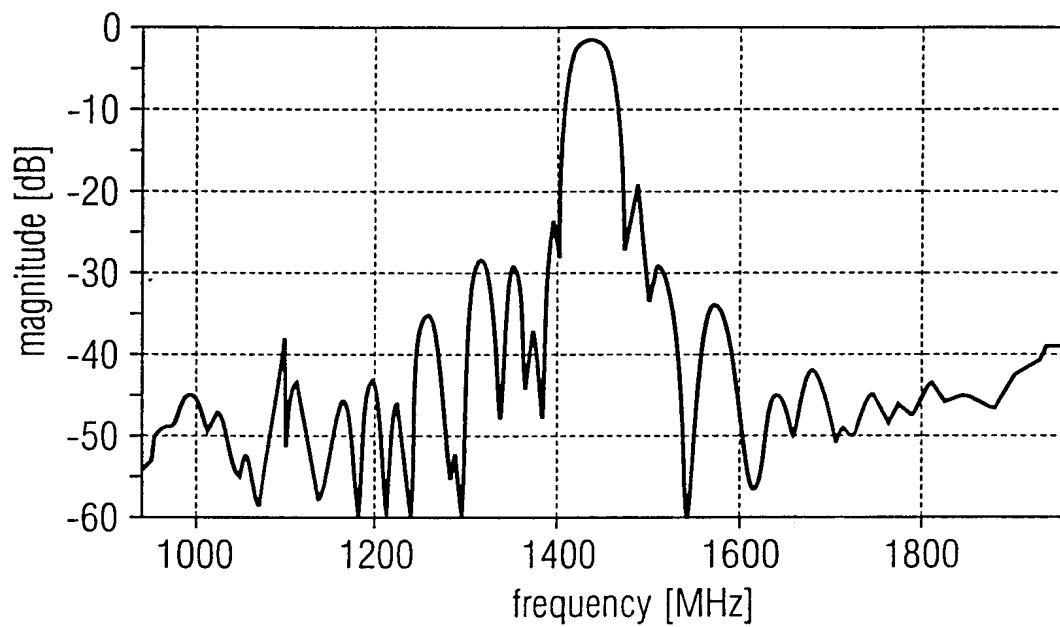
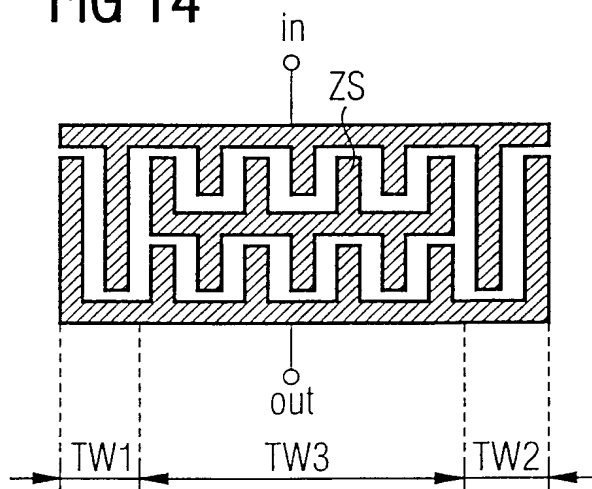


FIG 14



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. August 2001 (23.08.2001)

PCT

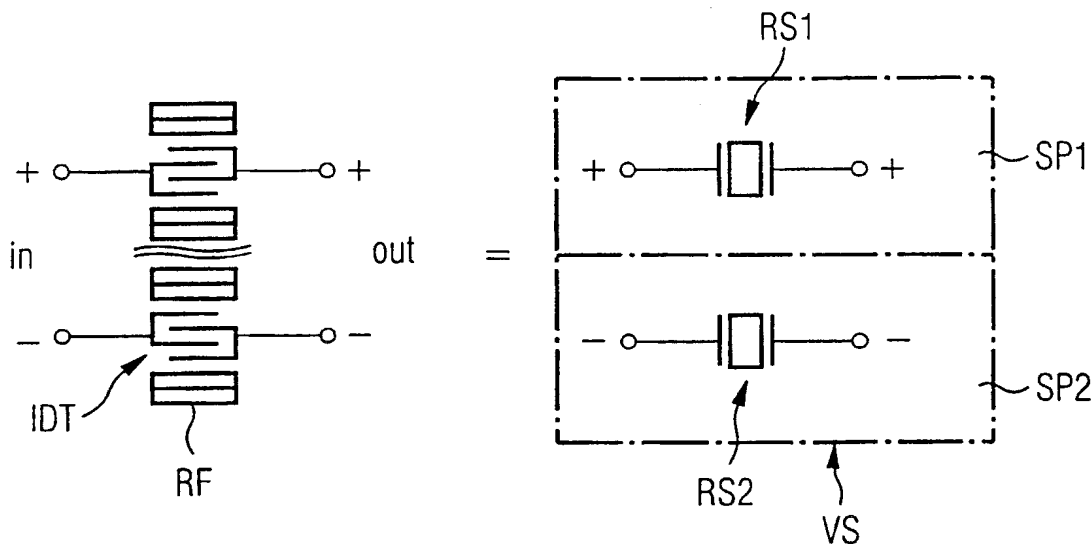
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/61859 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H03H 9/64** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81541 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00406
- (22) Internationales Anmeldedatum: 2. Februar 2001 (02.02.2001) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAIER, Thomas** [DE/DE]; Zeisigweg 3, D-81827 München (DE). **UNTERBERGER, Michael** [DE/DE]; Fasanenstrasse 183, 82008 Unterhaching (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: **EPPING HERMANN & FISCHER GBR**; Postfach 12 10 26, 80034 München (DE).
- (30) Angaben zur Priorität: 100 07 178.3 17. Februar 2000 (17.02.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, KR, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SURFACE WAVE FILTER COMPRISING REACTANCE ELEMENTS

(54) Bezeichnung: OBERFLÄCHENWELLENFILTER MIT REAKTANZELEMENTEN



WO 01/61859 A3

(57) **Abstract:** The invention relates to a high frequency surface wave filter comprising reactance elements, which is particularly suitable for use in the mobile radio telephone service. Said filter is balanced on both sides, is electrically symmetrical and comprises a quadripolar reactance series element which can be configured from two bipolar reactance elements or one quadripolar reactance series element and a resonator. One contact rail of each reactance element is connected to the input side of the filter and the other contact rail is connected to the output side of the filter.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird ein insbesondere für den Mobilfunk geeignetes OFW-HF-Filter mit Reaktanzelementen vorgeschlagen, welches beidseitig balanced konfiguriert ist, elektrisch symmetrisch aufgebaut ist und ein vierpoliges Reaktanzserienelement umfasst, welches aus zwei zweipoligen Reaktanzelementen oder einem vierpoligen Reaktanzelement und insbesondere einem Resonator gebildet werden kann, wobei jeweils eine Stromschiene der Reaktanzelemente mit der Eingangsseite des Filters und die andere Stromschiene mit der Ausgangsseite des Filters verbunden ist.



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen

Recherchenberichts:

14. Februar 2002

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H03H9/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 18 038 A (SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS) 4 November 1999 (1999-11-04)	1
A	the whole document	15
A	EP 0 940 915 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 8 September 1999 (1999-09-08) page 12, line 41-50	2-4, 11
A	US 5 363 073 A (HIGGINS JR ROBERT J) 8 November 1994 (1994-11-08) the whole document	6, 14
A	US 4 906 885 A (KOJIMA HIROOMI ET AL) 6 March 1990 (1990-03-06) the whole document	16
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 August 2001

Date of mailing of the international search report

13/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coppieters, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00406

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 97 45955 A (SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS ;PAHL WOLFGANG (DE); KRUEGER HANS (D) 4 December 1997 (1997-12-04) page 2, line 30-37 -----</p>	17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00406

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19818038 A	04-11-1999	NONE	
EP 0940915 A	08-09-1999	JP 11317642 A	16-11-1999
US 5363073 A	08-11-1994	NONE	
US 4906885 A	06-03-1990	JP 1080113 A	27-03-1989
		GB 2210226 A,B	01-06-1989
WO 9745955 A	04-12-1997	CA 2255961 A	04-12-1997
		CN 1220057 A	16-06-1999
		EP 0900477 A	10-03-1999
		JP 11510666 T	14-09-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00406

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H03H9/64

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 18 038 A (SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS) 4. November 1999 (1999-11-04)	1
A	das ganze Dokument	15
A	EP 0 940 915 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 8. September 1999 (1999-09-08) Seite 12, Zeile 41-50	2-4, 11
A	US 5 363 073 A (HIGGINS JR ROBERT J) 8. November 1994 (1994-11-08) das ganze Dokument	6, 14
A	US 4 906 885 A (KOJIMA HIROOMI ET AL) 6. März 1990 (1990-03-06) das ganze Dokument	16

	--- --/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. August 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/08/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coppieters, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ernationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00406

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>WO 97 45955 A (SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS ;PAHL WOLFGANG (DE); KRUEGER HANS (D) 4. Dezember 1997 (1997-12-04) Seite 2, Zeile 30-37 -----</p>	17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00406

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19818038 A	04-11-1999	KEINE	
EP 0940915 A	08-09-1999	JP 11317642 A	16-11-1999
US 5363073 A	08-11-1994	KEINE	
US 4906885 A	06-03-1990	JP 1080113 A	27-03-1989
		GB 2210226 A,B	01-06-1989
WO 9745955 A	04-12-1997	CA 2255961 A	04-12-1997
		CN 1220057 A	16-06-1999
		EP 0900477 A	10-03-1999
		JP 11510666 T	14-09-1999